

Machines et équipements de travail

Mise en conformité

L'Institut national de recherche et de sécurité

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) est une association déclarée sans but lucratif (loi du 1er juillet 1901), constituée sous l'égide de la Caisse nationale de l'assurance maladie. Il est placé sous la tutelle des pouvoirs publics et le contrôle financier de l'État. Son conseil d'administration est composé en nombre égal de représentants du Mouvement des entreprises de France et des organisations syndicales de salariés.

L'INRS apporte son concours aux services ministériels, à la Caisse nationale de l'assurance maladie, aux Caisses régionales d'assurance maladie, aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail, aux entreprises, enfin à toute personne, employeur ou salarié, qui s'intéresse à la prévention. L'INRS recueille, élabore et diffuse toute documentation intéressant l'hygiène et la sécurité du travail : brochures, dépliants, affiches, films, renseignements bibliographiques... Il forme des techniciens de la prévention et procède en son centre de recherche de Nancy aux études permettant d'améliorer les conditions de sécurité et l'hygiène de travail.

Les publications de l'INRS sont distribuées par les Caisses régionales d'assurance maladie. Pour les obtenir, adressez-vous au service prévention de la Caisse régionale de votre circonscription, dont vous trouverez l'adresse en fin de brochure.

Les Caisses régionales d'assurance maladie

Les Caisses régionales d'assurance maladie disposent, pour diminuer les risques professionnels dans leur région, d'un service prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Par les contacts fréquents que ces derniers ont avec les entreprises, ils sont à même non seulement de déceler les risques professionnels particuliers à chacune d'elles, mais également de préconiser les mesures préventives les mieux adaptées aux différents postes dangereux et d'apporter, par leurs conseils, par la diffusion de la documentation éditée par l'Institut national de recherche et de sécurité, une aide particulièrement efficace à l'action des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.



Machines et équipements de travail

Mise en conformité

ED 770

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

Important : Cette brochure ne doit en aucun cas être utilisée pour la conformité d'équipements soumis à marquage CE.

Dans le cadre de la transposition en droit français de la directive n° 89-655 CEE, le décret n° 93-40 du 11 janvier 1993 a introduit dans le code du travail les prescriptions techniques auxquelles doivent satisfaire les machines et équipements de travail en service dans les entreprises ou vendus d'occasion.

Ces prescriptions s'appliquent (1) :
- à toutes les machines en service dans l'entreprise au 1er janvier 1993 et qui ont été maintenues en service après le 1er janvier 1997,
- aux machines d'occasion mises sur le marché depuis le 15 janvier 1993 (2).

En ce qui concerne les machines en service, ce décret applicable depuis le 15 janvier 1993 a laissé aux entreprises un délai de quatre ans (1er janvier 1997) pour mettre en conformité les machines avec les prescriptions techniques figurant dans les articles R. 233-15 à R. 233-30 du code du travail. Toutefois, suite à la signature de conventions avec le ministère chargé du Travail, des reports de délais ont été accordés jusqu'au 1er janvier 2001 à certaines branches d'activité.

Le présent document a pour objet de préciser le sens de ces seize articles et de donner à titre indicatif des solutions techniques permettant d'atteindre les objectifs fixés.

En outre, l'article 7 du décret n° 93-40 a imposé aux chefs d'établissement d'établir et de transmettre à l'inspection du travail avant le 30 juin 1995 un plan de mise en conformité des machines en service dans leur établissement.

Ce plan devait comporter :
- l'état de conformité de la machine au regard de chacun des articles R. 233-15 à R. 233-30,
- le détail des travaux prévus pour la mise en conformité,
- la date prévisible pour l'exécution de ces travaux,
- leur coût estimatif.

Ne figuraient pas dans le plan les machines qui étaient conformes, lors de leur mise en service à l'état neuf, à la réglementation applicable depuis le 1er avril 1981 (décrets n° 80-543 et 80-544 notamment) et maintenues dans cet état. En effet, ces machines sont censées être conformes aux articles précités.

---

(1) Ce document ne prend pas en compte les machines mobiles et les appareils de levage. Voir le chapitre « CHAMP D'APPLICATION » ci-après.
(2) Les machines d'occasion en provenance d'un pays hors Union européenne sont considérées comme neuves. Elles doivent respecter les dispositions de la directive 98/37/CE relative aux machines et posséder le marquage CE.

REMARQUES IMPORTANTES

Il n'est pas dans l'esprit du décret n° 93-40 d'exiger que toutes les machines en service atteignent un niveau de sécurité identique à celui de machines neuves pour lesquelles la sécurité a été intégrée dès l'origine. Cela reviendrait à nier le principe fondamental d'intégration de la sécurité à la conception qui est unanimement reconnu.

Il s'agit en fait, pour l'essentiel, de mettre en place des moyens de protection rapportés et d'effectuer des modifications limitées du système de commande de manière à réduire, et si possible supprimer, les principaux risques. Dans cette approche, les moyens à mettre en œuvre seront concentrés sur les risques les plus importants et des choix devront être faits compte tenu notamment :

- des possibilités techniques,
- des contraintes d'exploitation engendrées par la mise en place des dispositifs de protection,
- du coût de la mise en conformité rapporté aux résultats attendus en matière de réduction du risque.

Cela signifie, par exemple, qu'il faut s'investir largement pour la mise en conformité d'une presse mécanique au niveau de l'accès à la zone de travail, alors qu'il n'est pas nécessaire de remplacer systématiquement tous ses organes de service ou de signalisation sous le prétexte qu'ils ne correspondent pas aux composants normalisés ou qu'ils ne respectent pas les concepts actuels en matière d'ergonomie. Seuls les organes de commande ou de signalisation dont la conception ou la disposition risque d'engendrer des situations dangereuses nécessitent d'être remplacés.

CHAMP D'APPLICATION

Les analyses et commentaires des articles R. 233-15 à R. 233-30 présentés dans ce document **ne prennent pas en compte les machines mobiles et les appareils de levage** visés par le décret n° 98-1084 du 2 décembre 1998 qui définit des prescriptions techniques complémentaires et un principe d'équivalence avec les réglementations qui préexistaient.

Les équipements concernés sont donc pour l'essentiel les machines ou ensembles de production. Dans la suite de ce document, le terme de machine sera seul utilisé par simplification.

Note : Dans les pages suivantes, le texte des articles R. 233-15 à R. 233-30 est présenté dans la colonne de gauche, le texte des commentaires est en vis-à-vis dans la colonne de droite.

R. 233-15 ÉLÉMENTS MOBILES DE TRANSMISSION

Article R. 233-15

Les éléments mobiles de transmission d'énergie ou de mouvements des équipements de travail présentant des risques de contact mécanique pouvant entraîner des accidents doivent être équipés de protecteurs ou de dispositifs appropriés empêchant l'accès aux zones dangereuses ou arrêtant, dans la mesure où cela est techniquement possible, les mouvements d'éléments dangereux avant que les travailleurs puissent les atteindre.

Il s'agit ici de supprimer ou de réduire les risques mécaniques (coincement, écrasement, cisaillement...) que peuvent engendrer les organes mobiles de transmission de mouvement tels que :

- arbres lisses ou cannelés...,
- poulies, galets, engrenages...,
- courroies, chaînes, câbles...,
- bielles, leviers...

Hormis pour des opérations de maintenance, il n'est généralement pas nécessaire, pendant l'exploitation normale d'une machine, d'accéder à ces organes en mouvement. Il faut donc empêcher que l'on puisse les atteindre. La solution la plus simple consiste à mettre en place des protecteurs fixes qui peuvent soit isoler totalement les éléments dangereux soit supprimer localement le risque (voir annexe).

S'il est nécessaire d'accéder fréquemment à certains organes de transmission (par exemple pour modifier la vitesse de rotation d'une broche de machine par changement d'engrenages), il faut avoir recours à des protecteurs mobiles équipés d'un dispositif de verrouillage (voir annexe).

En pratique les machines anciennes sont souvent équipées de protecteurs mobiles, sans verrouillage électrique, permettant d'accéder aux organes de transmission de mouvement ; ce cas est en particulier fréquent sur de nombreuses machines-outils en service. Il y a lieu alors :

- soit de transformer ce protecteur mobile en protecteur fixe par boulonnage ou vissage si la fréquence d'ouverture est faible,
- soit d'équiper ce protecteur d'une serrure fermant à clef ce qui revient à le transformer en protecteur fixe,
- soit d'équiper ce protecteur d'un interrupteur de position ou d'un dispositif analogue permettant d'assurer son verrouillage électrique.

Dans l'esprit de cet article, il n'est pas envisagé le recours à des solutions de prévention intrinsèque car, s'agissant de matériel déjà en service, ces solutions sont généralement irréalistes.

R. 233-16 ÉLÉMENTS MOBILES DE TRAVAIL

Article R. 233-16

Les équipements de travail mus par une source d'énergie autre que la force humaine, comportant des éléments mobiles concourant à l'exécution du travail et pouvant entraîner des accidents par contact mécanique doivent être disposés, protégés, commandés ou équipés de façon telle que les opérateurs ne puissent atteindre la zone dangereuse.

Toutefois, lorsque certains de ces éléments mobiles ne peuvent être rendus inaccessibles en tout ou partie pendant leur fonctionnement compte tenu des opérations à effectuer et nécessitent l'intervention de l'opérateur, ces éléments mobiles doivent, dans la mesure de ce qui est techniquement possible, être munis de protecteurs ou dispositifs de protection. Ceux-ci doivent limiter l'accessibilité et interdire notamment l'accès aux parties des éléments non utilisées pour le travail.

Lorsque l'état de la technique ne permet pas de satisfaire aux dispositions des deux précédents alinéas du présent article, les équipements de travail doivent être disposés, protégés, commandés ou équipés de façon à réduire les risques au minimum.

...

L'objectif est de réduire les risques de coupure, entraînement, écrasement, cisaillement... engendrés par les éléments mobiles de travail, c'est-à-dire ceux qui exercent directement une action sur la matière (outils, cylindres de malaxage ou d'impression, poinçon...). Par extension, des éléments tels que le mandrin d'un tour ou d'une perceuse peuvent être considérés comme des éléments de travail.

Il y a donc lieu, dans la mesure de ce qui est techniquement possible, d'empêcher totalement l'accès aux organes mobiles de travail. Ce principe s'applique par exemple aux machines fonctionnant en cycle automatique sans intervention humaine durant le cycle.

En réalité, pour certaines machines, il est impossible de respecter à la lettre ce principe. Les machines à bois, un grand nombre de machines-outils utilisées en outillage ou en maintenance et la plupart des machines du domaine agroalimentaire se trouvent en particulier dans ce cas.

Il est alors admis que l'accès à la zone de travail ne soit pas totalement interdit, mais que des protecteurs ou dispositifs de protection limitent cet accès à ce qui est strictement nécessaire à l'exécution du travail.

Enfin, lorsque ces principes ne peuvent s'appliquer parce qu'ils sont incompatibles avec les caractéristiques fonctionnelles d'une machine, le texte prévoit que l'on ait recours à des mesures compensatoires permettant de réduire les risques au minimum.

Trois cas sont donc à envisager du point de vue des mesures de prévention à mettre en œuvre :

1. Inaccessibilité totale aux éléments mobiles de travail

Pour atteindre cet objectif, la solution la plus couramment utilisée consiste à équiper la machine :

- de protecteurs fixes dans les parties où il n'est nécessaire d'accéder qu'exceptionnellement ou peu fréquemment,
- de protecteurs mobiles pour permettre notamment le chargement et le déchargement manuel des pièces. Ces protecteurs mobiles doivent être équipés d'un dispositif de verrouillage ou d'un dispositif d'interverrouillage si les risques le justifient.

Il est également possible d'utiliser des dispositifs de protection tels que barrages lumineux, commandes bimanuelles... en particulier lorsque l'accès à la zone de travail est très fréquent, ce qui rend la manœuvre d'un protecteur mobile trop contraignante.

En pratique on aura donc le plus souvent recours à une combinaison de protecteurs fixes ou mobiles et de dispositifs sensibles.

2. Accessibilité partielle aux éléments mobiles de travail

Lorsqu'il n'est pas possible d'interdire totalement l'accès aux éléments mobiles de travail, il faut, comme dans le cas précédent, équiper de protecteurs fixes les parties de la zone de travail ou de l'outil auxquels il n'est pas nécessaire d'accéder et mettre en place des protecteurs fixes ou mobiles, facilement réglables, sur la partie active de l'élément de travail.

La scie circulaire à bois constitue un bon exemple d'application de ce cas :

- la partie inférieure de la lame est rendue totalement inaccessible à l'aide d'un protecteur qui peut être fixe,
- la partie active de la lame est équipée d'un protecteur réglable manuellement (appelé « cape »), qui permet de ne laisser accessible que la partie réellement nécessaire de l'outil.

3. Accessibilité inévitable aux éléments mobiles de travail

Dans ce cas, les mesures qui peuvent être prises pour réduire les conséquences d'un accident sont par exemple :

- la limitation des vitesses,
- l'utilisation de dispositifs d'arrêt d'urgence disposés judicieusement à portée de l'opérateur.

Les machines à rouler les métaux sont un bon exemple pour illustrer ce cas, dans la mesure où il est impossible, sur ces machines, de rendre inaccessible la zone de convergence des cylindres.

Par ailleurs, il faut avoir recours aux mesures d'organisation du travail et aux procédures d'utilisation telles qu'elles sont exprimées à l'article R. 233-1 du Code du travail et qui consistent pour l'essentiel à :

- mettre à disposition des opérateurs des moyens de protection individuelle bien adaptés,
- définir et appliquer des procédures de travail ou d'intervention permettant de minimiser les risques,
- former de manière adéquate les opérateurs.

Ou encore à appliquer l'article R. 233-13 qui stipule que :

« Les machines à amenage manuel des pièces à travailler ou à déplacement manuel des outillages doivent être équipées des outils et accessoires appropriés de façon que les phénomènes de rejet ou d'entraînement pouvant survenir ne soient pas à l'origine de risques pour les travailleurs ».

Ces mesures destinées à supprimer les phénomènes de rejet permettent de réduire les risques de contact avec l'outil et de minimiser la gravité des lésions en cas d'accident.

R. 233-17 PROTECTEURS. DISPOSITIFS DE PROTECTION

Article R. 233-17

Les protecteurs et les dispositifs de protection permettant de répondre aux dispositions des articles R. 233-15 et R. 233-16 :

1. Doivent être de construction robuste, adaptée aux conditions d'utilisation ;

2. Ne doivent pas occasionner de risques supplémentaires, la défaillance d'un de leurs composants ne devant pas compromettre leur fonction de protection ;

3. Ne doivent pas pouvoir être facilement ôtés ou rendus inopérants ;

4. Doivent être situés à une distance suffisante de la zone dangereuse, compatible avec le temps nécessaire pour obtenir l'arrêt des éléments mobiles ;

5. Doivent permettre de repérer parfaitement la zone dangereuse ;

6. Ne doivent pas limiter plus que nécessaire l'observation du cycle de travail ;

7. Doivent permettre les interventions indispensables pour la mise en place ou le remplacement des éléments ainsi que

Les règles pour la conception des protecteurs et dispositifs de protection qui sont exprimées dans cet article, bien qu'elles ne concernent que l'application des articles R. 233-15 et R. 233-16 peuvent être prises en compte pour la réalisation de tout protecteur ou dispositif de protection destiné à équiper une machine, notamment dans le cadre de l'application des articles R. 233-21 et R. 233-22.

Il est évident que ces règles ne s'appliquent que dans la mesure où elles sont pertinentes au regard du type de protecteur ou de dispositif de protection considéré.

Lors du choix d'un moyen de protection, plusieurs facteurs doivent être pris en considération dont notamment :

- le genre et l'importance du risque à traiter,
- les caractéristiques de la machine et surtout ses contraintes d'exploitation,
- les différentes phases de l'activité des opérateurs,
- le coût de l'équipement de protection comparé à la valeur résiduelle de la machine.

Il est surtout important que ces moyens de protection, tout en étant efficaces, ne créent pas d'entraves excessives à l'activité des opérateurs car ils seraient conduits, dans ce cas, à plus ou moins long terme à les démonter ou à les neutraliser.

Lors de l'adaptation d'un protecteur ou d'un dispositif de protection sur une machine en service il est recommandé de se référer à la norme NF EN 294 « Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs » bien que cette norme ne s'applique qu'à la conception de matériel neuf.

pour les travaux d'entretien, ceci en limitant l'accès au seul secteur où le travail doit être réalisé et, si possible, sans démontage du protecteur ou du dispositif de protection.

Toutefois il est exclu d'envisager la modification d'un protecteur existant sous le prétexte qu'il n'est pas conforme à cette norme, sauf si l'analyse du risque met en évidence que le protecteur en place laisse une possibilité d'accès direct involontaire à une zone dangereuse.

On trouvera en annexe des conseils pratiques pour la réalisation et la mise en place de ces protecteurs et dispositifs de protection.

R. 233-18 ACTION VOLONTAIRE DE MISE EN MARCHE

Article R. 233-18

La mise en marche des équipements de travail ne doit pouvoir être obtenue que par l'action d'un opérateur sur l'organe de service prévu à cet effet, sauf si cette mise en marche, obtenue autrement, ne présente aucun risque pour les opérateurs concernés.

L'alinéa qui précède ne s'applique pas à la mise en marche d'un équipement de travail résultant de la séquence normale d'un cycle automatique.

Exiger une action volontaire de l'opérateur pour obtenir la mise en marche d'une machine est l'un des principes fondamentaux de prévention. Le non-respect de ce principe est à l'origine de nombreux accidents, qui ont principalement pour origine la remise en marche inopinée d'une machine lors du rétablissement de l'alimentation en énergie après une coupure accidentelle.

Pour atteindre l'objectif fixé par cet article, il y a donc lieu d'équiper les machines, qui ne le sont pas, d'un dispositif à « manque de tension », lorsqu'il s'agit d'énergie électrique ou à son équivalent pour les autres sources d'énergie. Cela revient en général à supprimer, sur les machines qui en sont encore équipées, les interrupteurs, distributeurs ou vannes à deux positions stables (marche/arrêt) pour les remplacer par des organes de commande à impulsion qui peuvent être associés :

- soit à un contacteur auto-alimenté,
- soit à un relais ou à un dispositif électronique assurant la fonction d'auto-alimentation,
- soit à un interrupteur à enclenchement mécanique qui nécessite un réarmement après une coupure d'alimentation en énergie (cette solution est certainement la plus simple et la plus économique pour les machines de faible puissance),
- soit, lorsqu'il s'agit d'énergie pneumatique ou hydraulique, à un distributeur monostable.

Il est également possible de remplacer un organe de commande à deux positions stables (marche/arrêt) par un organe de commande à action maintenue par l'opérateur, dans la mesure où cette disposition n'est pas trop contraignante.

Ces prescriptions, hormis la dernière, ne s'appliquent pas aux machines portatives en service, car leur

modification serait techniquement et économiquement absurde.

Dans l'esprit de cet article, il convient également de s'affranchir des mises en marche intempestives, dans la mesure où elles peuvent avoir des conséquences sur la sécurité et la santé des opérateurs. Il faut donc exclure qu'une machine puisse être mise en marche :

- par la fermeture d'un protecteur,
- par la simple désoccultation d'un barrage immatériel,
- par la manœuvre d'un sélecteur de mode de marche,
- par le déblocage d'un bouton d'arrêt d'urgence,
- par le réarmement d'un dispositif de protection thermique, sauf absence de risques.

R. 233-19 ORGANES DE SERVICE

Article R. 233-19

Les organes de service d'un équipement de travail doivent être clairement visibles et identifiables et, en tant que de besoin, faire l'objet d'un marquage approprié.

Ils doivent être disposés en dehors des zones dangereuses sauf en cas d'impossibilité ou de nécessité de service, par exemple pour un dispositif d'arrêt d'urgence ou une console de réglage ou d'apprentissage. Ils doivent être situés de façon que leur manœuvre ne puisse engendrer de risques supplémentaires.

Les organes de service doivent être choisis pour éviter toute manœuvre non intentionnelle pouvant avoir des effets dangereux.

Les organes de service sont tous les éléments sur lesquels agit l'opérateur pour communiquer des ordres à une machine, modifier ses paramètres de fonctionnement, sélectionner ses modes de marche, ou éventuellement pour en recevoir des informations. Il s'agit le plus généralement de boutons poussoirs, leviers, pédales, sélecteurs, volants, mais aussi, sur de nombreuses machines récentes, de claviers et écrans (CN).

Cet article fixe les règles auxquelles doivent satisfaire les organes de service afin de permettre une utilisation sans risques de la machine. S'agissant de machines en service, il n'est pas demandé la modification totale de ces organes dans le respect des règles d'ergonomie, mais seulement de ceux dont la conception ou la disposition peuvent être à l'origine de situations dangereuses. Les principes suivants doivent être pris en compte, en particulier lorsqu'il sera nécessaire de reconcevoir totalement ou même partiellement un pupitre de commande.

Identification

Afin que les organes de service soient clairement identifiés, les couleurs et pictogrammes normalisés doivent être utilisés. Sinon, l'indication en clair de la fonction (en français, complété par une autre langue si nécessaire) doit être apposée. Ces indications et pictogrammes doivent être inscrits de manière durable.

Ils doivent être disposés de façon à permettre une manœuvre sûre, rapide et sans équivoque.

Depuis l'emplacement des organes de mise en marche, l'opérateur doit être capable de s'assurer de l'absence de personnes dans les zones dangereuses. Si cela est impossible, toute mise en marche doit être précédée automatiquement d'un signal d'avertissement sonore ou visuel. Le travailleur exposé doit avoir le temps et les moyens de se soustraire rapidement à des risques engendrés par le démarrage ou éventuellement par l'arrêt de l'équipement de travail.

A titre indicatif, les couleurs à choisir de préférence pour les principales fonctions d'une machine sont les suivantes :

- mise en marche/mise sous tension . . . . . BLANC
- arrêt/mise hors tension. . . . . NOIR
- arrêt d'urgence . . . . ROUGE
- suppression de conditions anormales . . . JAUNE

Il est conseillé d'utiliser pour toutes les machines d'un même atelier des couleurs identiques pour commander les mêmes fonctions.

Certains organes de service dont la fonction est intuitive n'ont pas besoin d'être identifiés ; la pédale de déclenchement du cycle de travail d'une machine est généralement dans ce cas.

Un organe de service ne doit commander qu'une seule fonction et toujours la même. Cependant, sur les claviers de machines à CN, cette exigence n'est pas toujours réalisable. Dans ce cas les différentes fonctions commandées doivent être affichées clairement sur l'écran.

Positionnement

Les organes de service doivent être regroupés à proximité des postes de travail de manière à être accessibles aisément à l'opérateur. Ils doivent être dans toute la mesure du possible situés en dehors des zones dangereuses afin que leur manœuvre n'engendre pas de risques.

Afin d'éviter des actions intempestives dangereuses, ces organes doivent être disposés et protégés de manière à empêcher que l'opérateur ou une tierce personne puissent les actionner involontairement. Des solutions telles qu'un bouton-poussoir encastré, une pédale de commande équipée de capot protecteur, ou même une simple barre fixée devant un levier de commande, permettent de supprimer ce risque.

Pour les machines de grandes dimensions sur lesquelles l'opérateur ne peut s'assurer de l'absence de personnes dans toutes les zones dangereuses accessibles, celles-ci devront être équipées de moyens de contrôle d'accès tels que des protecteurs mobiles munis de dispositifs de verrouillage ou d'interverrouillage et d'un organe de validation autorisant ou provoquant le redémarrage de l'installation après intervention. Lorsque, pour des raisons techniques, la mise en place de tels dispositifs n'est pas possible (sortie des produits, dispositifs d'enroulage dans les machines textiles, l'imprimerie ou la papeterie...), un dispositif d'avertissement sonore et/ou lumineux doit être déclenché avant la mise en marche des mouvements dangereux. Dans les zones à risques, des dispositifs d'arrêt d'urgence, rapidement accessibles en cas de besoin, doivent être mis en place.

R. 233-20 SIGNALISATION

Article R. 233-20

Un équipement de travail doit porter les avertissements, signalisations et dispositifs d'alerte indispensables pour assurer la sécurité des travailleurs. Ces avertissements, signalisations et dispositifs d'alerte doivent être choisis et disposés de façon à être perçus et compris facilement, sans ambiguïté.

Lorsque les opérateurs ont la possibilité de choisir et de régler les caractéristiques techniques de fonctionnement d'un équipement de travail, celui-ci doit comporter toutes les indications nécessaires pour que ces opérations soient effectuées d'une façon sûre. La vitesse limite au-delà de laquelle un équipement de travail peut présenter des risques doit être précisée clairement.

Lorsque la variation des paramètres de fonctionnement d'une machine peut être à l'origine d'une situation dangereuse, il faut équiper cette machine de moyens permettant d'alerter efficacement l'opérateur ou tout autre personne concernée par ce danger.

Ces informations de sécurité sont généralement liées à la détection de seuils d'alerte (pression, température, vitesse, présence de substance dangereuse...) et ne sont utiles que pour des paramètres sur lesquels l'opérateur a la possibilité d'agir. Elles doivent pouvoir être perçues clairement, soit au poste de commande, soit de manière plus étendue si elles concernent des tiers pouvant être eux-mêmes exposés ou ayant la possibilité d'intervenir.

Elles se présentent le plus souvent sous forme de signaux lumineux ou sonores mais peuvent aussi apparaître sous forme de messages sur un écran de visualisation.

Les équipements, qui comprennent non seulement les dispositifs de signalisation eux-mêmes mais surtout des détecteurs de seuil (pressostat, thermostat), doivent être installés, entretenus et vérifiés avec la plus grande attention.

A titre indicatif les couleurs suivantes doivent être utilisées pour les voyants et signaux lumineux :

- VERT. . . . . Normal
- JAUNE. . . . . . . Anomalie/Condition critique
- ROUGE . . . . . . Danger

Le second alinéa de cet article concerne les machines sur lesquelles l'opérateur doit faire un choix parmi différents modes d'exploitation ou celles sur lesquelles, en exploitation normale, il doit faire varier des paramètres.

Dans ce cas, il est demandé que les machines comportent toutes les indications nécessaires à un fonctionnement sûr (vitesses de coupe sur une machine-outil, pression de serrage d'une pièce...). Ces informations peuvent être, soit apposées sur la machine, ce qui est la solution la plus efficace, soit disposées à proximité du poste de travail mais sous forme d'un affichage permanent...

R. 233-21 ÉCLATEMENT. RUPTURE

Article R. 233-21

Les éléments des équipements de travail pour lesquels il existe un risque de rupture ou d'éclatement doivent être équipés de protecteurs appropriés.

Les éléments de machine concernés par cet article sont ceux dont on ne maîtrise pas toutes les caractéristiques de conception ou d'exploitation et qui, de ce fait, peuvent présenter des risques de rupture ou d'éclatement, sous l'effet :

- des contraintes normales d'exploitation (force centrifuge, pression...),
- des contraintes exceptionnelles normalement prévisibles (choc, coup de bélier...),
- du vieillissement des matériaux.

Sont donc particulièrement concernés les meules, certains outils rotatifs, les organes de travail comportant des éléments rapportés (plaquettes en carbure par exemple), les flexibles hydrauliques fortement sollicités...

La prévention consiste, comme l'exige cet article, à équiper les machines de protecteurs suffisamment résistants ; toutefois ce moyen de prévention ayant ses limites compte tenu notamment des contraintes d'exploitation, il y a lieu, avant tout :

- de respecter les conditions d'utilisation de ces équipements telles qu'elles sont préconisées par les fabricants,
- d'apporter un soin attentif à la maintenance, tout particulièrement lorsqu'il n'est pas possible de mettre en place des protecteurs efficaces.

R. 233-22 PROJECTION. CHUTE DE PIÈCE

Article R. 233-22

Les équipements de travail doivent être installés et équipés pour éviter les dangers dus à des chutes ou des projections d'objets tels que pièces usinées, éléments d'outillage, copeaux, déchets.

Cet article, comme le précédent, a pour objet la prévention des risques mécaniques que peuvent engendrer la chute ou la projection d'objets provenant d'une machine.

Il s'agit de prendre en considération :

- d'une part les objets dont la chute ou la projection sont normalement liées à l'exploitation de la machine (copeaux, produits incandescents de soudage, fluides de coupe, particules abrasives...),
- d'autre part les objets pouvant de manière prévisible être projetés ou chuter accidentellement (fragments d'outil, mors mobiles de mandrins, contrepoids, éléments d'équilibrage...).

Les mesures préventives sont destinées à protéger non seulement les opérateurs, mais également les tiers susceptibles d'être exposés. Elles consistent essentiellement à :

- équiper les machines de protecteurs fixes ou mobiles qui puissent retenir ces objets ou particules, en apportant le minimum de contraintes d'exploitation (voir R. 233-17),
- disposer, dans toute la mesure du possible, les machines de manière à éviter que des personnes se trouvent de façon permanente dans la trajectoire des objets ou particules en mouvement ([1]),
- mettre en place des garde-corps ou tout autre moyen permettant d'empêcher que des personnes puissent circuler dans les zones où ces risques peuvent se produire.

(1) Cette mesure, du domaine de l'organisation et des conditions d'utilisation, est d'ailleurs clairement exprimée dans l'article R. 233-7 : « Aucun poste de travail permanent ne doit être situé dans le plan de projection d'éléments dangereux ».

R. 233-23 ÉCLAIRAGE

Article R. 233-23

Les zones de travail, de réglage ou de maintenance d'un équipement de travail doivent être convenablement éclairées en fonction des travaux à effectuer.

L'objectif est d'assurer à chaque poste de travail ou d'intervention un niveau d'éclairement adéquat compte tenu du type de travail à exécuter et de la nature du poste. Il est évident que ce niveau sera très différent selon qu'il s'agit, par exemple, d'un simple poste de chargement sur machine ou d'un poste de travail en micromécanique de haute précision.

A titre indicatif les valeurs moyennes d'éclairement suivantes peuvent être retenues :

- machines-outils...................................... 300 lux
- machines à bois .... 500 lux
- poste de montage (électronique) .... 750 lux
- poste de couture (vêtement) .... 1 000 lux
- micromécanique de précision .... 1 500 lux

Pour atteindre cet objectif, il est possible :

- soit d'utiliser l'éclairage ambiant naturel ou artificiel présent sur le lieu de travail, dans la mesure où celui-ci est suffisant,
- soit de mettre en place localement au poste de travail un appareil additionnel d'éclairage fixé à demeure,
- soit, lorsqu'il s'agit de zones où ont lieu des interventions peu fréquentes telles que des opérations de maintenance, de s'assurer qu'une

prise de courant située sur la machine ou à proximité permet le branchement d'une lampe baladeuse.

En ce qui concerne les équipements d'éclairage intégrés aux machines, leur alimentation en très basse tension de sécurité (TBTS inférieure à 50 volts en courant alternatif) est recommandée.

Les équipements d'éclairage doivent être adaptés aux influences externes pour répondre aux dispositions de l'article R. 233-25, notamment vis-à-vis des risques de pénétration de poussières pour les machines à bois et vis-à-vis des risques de projection de liquides et de chocs pour les machines outils par exemple.

Dans le cas d'utilisation de tubes fluorescents, il faudra veiller à ce qu'ils ne soient pas générateurs d'effets stroboscopiques.

R. 233-24 RISQUE DE BRÛLURE

Article R. 233-24

Les éléments des équipements de travail destinés à la transmission de l'énergie calorifique, notamment les canalisations de vapeur ou de fluide thermique, doivent être disposés, protégés ou isolés de façon à prévenir tout risque de brûlure.

L'objectif est de supprimer ou de réduire les risques de brûlure que peuvent provoquer les éléments de transmission d'énergie calorifique, c'est-à-dire, pour l'essentiel, les canalisations, brides, raccords, vannes... servant à véhiculer des fluides, vapeurs ou gaz à température élevée.

Bien que le texte ne l'explicite pas, il y a lieu de prendre en compte les températures extrêmement basses qui peuvent également provoquer des brûlures.

La température de surface à considérer pour évaluer le risque dépend de la nature du matériau (métal, matière plastique...) et de la durée du contact avec la peau. A titre indicatif il est généralement admis qu'une surface métallique lisse ne présente pas de risque de brûlure par contact inopiné (maximum 2 à 3 secondes) si sa température n'excède pas 65 °C. En dessous de cette température, la mise en œuvre de moyens de prévention n'est donc pas nécessaire.

Dans les cas où un risque significatif existe, les moyens suivants peuvent être retenus :

- mise en place d'isolant thermique autour des éléments dangereux,
- adaptation de protecteurs permettant l'évacuation des calories (grillage, métal déployé, tôle perforée...),
- suppression globale de l'accès à la zone dangereuse par la mise en place de garde-corps ou de tout autre type de protecteur matériel.

R. 233-25 RISQUE ÉLECTRIQUE

Article R. 233-25

Les équipements de travail alimentés en énergie électrique doivent être équipés, installés et entretenus, conformément aux dispositions du décret nº 88-1056 du 14 novembre 1988, de manière à prévenir, ou permettre de prévenir, les risques d'origine électrique, notamment les risques pouvant résulter de contacts directs ou indirects, de surintensités ou d'arcs électriques.

Le principe de la protection contre le risque électrique (électrisation ou électrocution) est ici basé sur l'application du décret nº 88-1056 du 14 novembre 1988. Ce décret s'applique non seulement aux machines mais aussi à toutes les installations électriques d'un établissement.

Il dispose, en particulier, que les installations électriques doivent être vérifiées périodiquement par des personnes possédant une connaissance approfondie dans le domaine de la prévention du risque électrique et de la réglementation.

Le rapport qui accompagne nécessairement cette vérification est le meilleur outil dont puisse disposer l'entreprise pour connaître l'état de ses installations électriques et notamment des machines qui en font partie. La mise en conformité est donc la suite logique à donner à ce rapport.

En ce qui concerne les machines il y a lieu de vérifier en particulier les points suivants :

- toutes les pièces sous tension doivent être protégées contre les contacts directs,
- la mise à la terre des matériels doit être assurée, sauf cas particulier (appareils à double isolation par exemple) ; les conducteurs de protection doivent présenter une bonne continuité électrique (conducteurs non coupés et connexions fiables) et avoir la double coloration vert-jaune,
- les différentes masses des machines doivent être réliées en parallèle au conducteur de protection et non en série,
- une machine ou un appareil ne doit pas pouvoir être le siège d'un échauffement susceptible de provoquer un incendie ; les dispositifs de protection contre les surintensités (fusibles, disjoncteurs, relais thermiques...) doivent être vérifiés, remplacés ou complétés si nécessaire,
- les conducteurs électriques équipant les machines et en particulier les câbles souples doivent être en bon état ; leur isolement global ne doit pas être inférieur à 0,5 mégohm,
- lorsque l'équipement électrique d'une machine présente une certaine complexité les circuits et les matériels qui le composent doivent être identifiés durablement. Un dossier doit être laissé à demeure dans l'armoire électrique.

La prise de terre du bâtiment doit être réalisée suivant la norme (NF C 15-100). Sa valeur doit être

compatible avec le seuil de déclenchement des dispositifs différentiels existants.

R. 233-26 ARRÊT GÉNÉRAL

Article R. 233-26

Tout équipement de travail doit être muni des organes de service nécessaires permettant son arrêt général dans des conditions sûres.

Il s'agit de mettre à disposition des opérateurs les moyens d'obtenir l'arrêt de tout équipement de travail dans des conditions sûres, garantissant notamment que la machine ne peut se remettre en marche de façon intempestive.

Cette exigence, bien qu'étant d'un niveau inférieur à la consignation (voir R. 233-29), implique néanmoins la coupure de l'alimentation en énergie sur les actionneurs. La commande d'arrêt général n'est en revanche pas destinée à supprimer un risque en train de se produire (sauf cas particulier).

L'organe de service permettant d'obtenir cet arrêt peut être :

- un simple bouton-poussoir (cas le plus général) agissant sur un contacteur de puissance ou sur un distributeur hydraulique ou pneumatique,
- l'interrupteur d'un contacteur-disjoncteur,
- une pédale d'arrêt...

L'ordre d'arrêt doit avoir priorité sur les ordres de mise en marche.

R. 233-27 ARRÊT AU POSTE DE TRAVAIL

Article R. 233-27

Chaque poste de travail ou partie d'équipement de travail doit être muni d'un organe de service permettant d'arrêter, en fonction des risques existants, soit tout l'équipement de travail, soit une partie seule-

Le premier alinéa de cet article ne s'applique qu'aux machines présentant une certaine complexité et comportant plusieurs postes de travail ou d'intervention. Les ensembles automatisés de production, de conditionnement ou de stockage sur lesquels plusieurs opérations s'enchaînent automatiquement sont notamment dans ce cas.

Cette fonction d'arrêt est destinée à permettre qu'un opérateur puisse, soit arrêter la machine lorsqu'un incident est en train de se produire, soit obtenir un

ment, de manière que l'opérateur soit en situation de sécurité.

L'ordre d'arrêt de l'équipement de travail doit avoir priorité sur les ordres de mise en marche. L'arrêt de l'équipement de travail ou de ses éléments dangereux étant obtenu, l'alimentation en énergie des actionneurs concernés doit être interrompue.

arrêt sûr lorsqu'il doit intervenir dans une zone à risque pour une opération ponctuelle. Les opérateurs doivent donc disposer à chaque poste de travail d'un organe de service permettant d'obtenir cette fonction d'arrêt qui peut être limitée aux seules parties dangereuses accessibles.

Il n'est pas exigé que la fonction d'arrêt au poste de travail provoque une décélération optimale des éléments mobiles dangereux, ce qui la différencie d'une fonction d'arrêt d'urgence.

L'organe de service peut être un simple bouton-poussoir mais aussi un élément sensible – câble, barre, plaque... – afin de permettre une action plus rapide.

Dans certains cas d'interventions fréquentes un interrupteur à deux positions stables, agissant dans toute la mesure du possible sur le circuit de puissance, pourra être mis en place au poste de travail afin de permettre à l'opérateur d'intervenir sans risque.

Le deuxième alinéa de cet article exige :

- *La priorité des ordres d'arrêt sur les ordres de mise en marche.* Cette exigence s'applique également à la fonction d'arrêt général définie à l'article R. 233-26.
- *L'interruption des énergies sur les actionneurs.* Cette exigence peut ne pas être respectée pour l'arrêt au poste de travail :
• lorsque la présence d'énergie est nécessaire pour maintenir des éléments en position, ce qui est notamment le cas en robotique,
• lorsque l'arrêt est obtenu par désaccouplement mécanique des éléments mobiles comme cela est le cas pour les presses équipées d'embrayage/frein.

En revanche, l'interruption des énergies sur les actionneurs est impérative pour la fonction d'arrêt général définie à l'article R. 233-26.

R. 233-28 ARRÊT D'URGENCE

Article R. 233-28

Chaque machine doit être munie d'un ou de plusieurs dispositifs d'arrêt d'urgence

Un dispositif d'arrêt d'urgence doit permettre d'arrêter une machine dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire par une décélération aussi rapide que possible des éléments mobiles obtenue :

- soit par interruption immédiate de l'alimentation en énergie des actionneurs,

clairement identifiables, accessibles et en nombre suffisant, permettant d'éviter des situations dangereuses risquant ou en train de se produire.

Sont exclues de cette obligation :

a) Les machines pour lesquelles un dispositif d'arrêt d'urgence ne serait pas en mesure de réduire le risque, soit parce qu'il ne réduirait pas le temps d'obtention de l'arrêt normal, soit parce qu'il ne permettrait pas de prendre les mesures particulières nécessitées par le risque ;

b) Les machines portatives et les machines guidées à la main.

- soit par arrêt contrôlé : les actionneurs restent alimentés afin qu'ils puissent amener la machine à l'arrêt et l'alimentation est interrompue lorsque l'arrêt est obtenu (ceci s'applique notamment aux moteurs équipés de variateurs).

L'organe de commande permettant d'obtenir cette fonction d'arrêt d'urgence (bouton « coup de poing », câble, barre, pédale...) doit être de couleur rouge et de préférence disposé sur un fond jaune.

En réalité, s'agissant en particulier de machines en service, la mise en place d'un dispositif d'arrêt d'urgence n'a de sens que si le temps d'arrêt qu'il permet d'obtenir est nettement plus court que celui obtenu avec l'arrêt normal, ce qui nécessite un freinage efficace.

Or, dans de nombreux cas, pour des raisons techniques, il est difficile, voire impossible d'adapter sur des machines en service un tel dispositif de freinage. Dans ces conditions le présent article ne s'applique pas.

Le dispositif d'arrêt d'urgence ne doit pas être confondu avec le dispositif de coupure d'urgence. Ce dernier est imposé par l'article 10 du décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers du courant électrique.

Le dispositif de coupure d'urgence a pour fonction principale la coupure en charge de tous les conducteurs actifs d'un circuit électrique dont le maintien sous tension peut être dangereux en cas de choc électrique ou de risque d'incendie ou d'explosion. Il doit être placé à proximité immédiate de la – ou des – machine(s) qu'il commande. Cette fonction de coupure en charge peut être remplie par le dispositif de commande normal servant à la mise en marche et à l'arrêt de l'appareil, à condition que ce dispositif de commande assure la coupure en une seule manœuvre de tous les conducteurs actifs.

Pour certains appareils ou machines, la fonction « coupure d'urgence » peut être assurée par le dispositif « d'arrêt d'urgence ». Par contre, dans la plupart des machines, le dispositif de « coupure d'urgence » peut s'avérer insuffisant pour assurer seul la fonction « d'arrêt d'urgence ».

R. 233-29 SÉPARATION DES ÉNERGIES

Article R. 233-29

Les équipements de travail doivent être munis de dispositifs clairement identifiables et facilement accessibles permettant de les isoler de chacune de leurs sources d'énergie.

La séparation des équipements de travail de leurs sources d'alimentation en énergie doit être obtenue par la mise en œuvre de moyens tels que les opérateurs intervenant dans les zones dangereuses puissent s'assurer de cette séparation.

La dissipation des énergies accumulées dans les équipements de travail doit pouvoir s'effectuer aisément, sans que puisse être compromise la sécurité des travailleurs.

Lorsque la dissipation des énergies ne peut être obtenue, la présence de ces énergies doit être rendue non dangereuse par la mise en œuvre de moyens adaptés, mis à la disposition des opérateurs.

L'objectif de cet article est d'obtenir que l'on puisse, sur chaque machine, grâce à une consignation, intervenir sans risque, notamment pour des opérations de maintenance (entretien, réparation, nettoyage...).

La consignation d'une machine comporte essentiellement :

- la séparation de toutes ses sources d'énergie : électrique, pneumatique, hydraulique, mécanique et thermique,
- la condamnation, c'est-à-dire le verrouillage des dispositifs de séparation, lorsqu'il y a risque de rétablissement intempestif de l'énergie ([1]),
- la dissipation des énergies accumulées,
- la vérification de l'absence d'énergie.

Energie électrique

En ce qui concerne l'énergie électrique, la séparation peut être assurée par :

- un sectionneur,
- un sectionneur équipé de contacts de précoupure,
- un interrupteur-sectionneur,
- un disjoncteur possédant la fonction de sectionnement,
- une prise de courant, pour une intensité inférieure ou égale à 32 A. Il est même possible d'aller au-delà à condition que la séparation des deux éléments de la prise de courant ne puisse s'effectuer que hors charge.

L'utilisation d'un sectionneur doit faire l'objet d'une attention particulière car cet appareil est conçu pour fonctionner à vide et peut exploser s'il est manœuvré en charge à la suite d'une fausse manœuvre. Les sectionneurs équipés de contacts de précoupure permettent de s'affranchir de ce risque dans la mesure où ces contacts sont correctement raccordés. Il est recommandé d'installer des sectionneurs-interrupteurs.

(1) La condamnation des appareils de séparation en position d'ouverture doit être, dans le cas général, réalisée par des dispositifs de verrouillage tels que cadenas ou serrure. Les clés non spécifiques (ex. carrés, triangles, cadenas standard à clés identiques...) ne doivent pas être utilisées. Toutefois, dans les installations du domaine de tension inférieure à 500 V en courant alternatif, l'apposition d'une pancarte interdisant la manœuvre de l'appareil de séparation est admise lorsque celui-ci n'est pas conçu pour permettre le verrouillage mécanique.

Les dispositifs de séparation doivent, de par leur technologie, offrir toutes garanties qu'à chaque position (ouvert/fermé) de l'organe de commande correspond de façon immuable la position (ouvert/fermé) des contacts. Ceci est particulièrement important lorsque les appareils ne sont pas à coupure visible ou à coupure pleinement apparente.

Le retrait de la fiche d'une prise de courant peut être considéré comme une action équivalente à une consignation pour toute petite machine sur laquelle on a la certitude que cette fiche ne peut être réinsérée dans son socle à l'insu de la personne qui intervient sur la machine.

Energie hydraulique et pneumatique

Pour ces énergies, le dispositif de séparation pourra être un robinet, une vanne ou un distributeur à commande manuelle. En pneumatique un « raccord rapide » peut être employé au même titre que la prise de courant en électricité pour les machines de faible puissance.

Dissipation des énergies

La dissipation des énergies accumulées consiste principalement à purger les accumulateurs hydrauliques, à vidanger les réservoirs d'air comprimé (éventuellement les canalisations), à décharger les condensateurs...

Il faut également prendre en compte :

- le déplacement possible par gravité de certains éléments (énergie potentielle),
- l'émission de jets de fluide sous pression lors d'interventions sur les circuits hydrauliques ou pneumatiques restés en charge,
- le contact avec des pièces restées sous tension malgré la coupure d'alimentation en énergie électrique (sauvegarde dans le cas des systèmes électroniques de commande par exemple).

Afin de prévenir ces risques il faut mettre à disposition des travailleurs des moyens tels que :

- des chandelles suffisamment résistantes et correctement dimensionnées pour éviter par exemple la chute du coulisseau d'une presse ou le maintien en pression d'une chambre de verrin hydraulique,
- des crochets et élingues pour maintenir des charges,
- des écrans disposés localement pour éviter des projections de fluides ou des contacts avec des parties restées sous tension.

R. 233-30 RISQUE D'INCENDIE / EXPLOSION

Article R. 233-30

Les équipements de travail mettant en œuvre des produits ou des matériaux dégageant des gaz, vapeurs, poussières ou autres déchets inflammables, doivent être munis de dispositifs protecteurs permettant notamment d'éviter qu'une élévation de température d'un élément ou des étincelles d'origine électrique ou mécanique puissent entraîner un incendie ou une explosion.

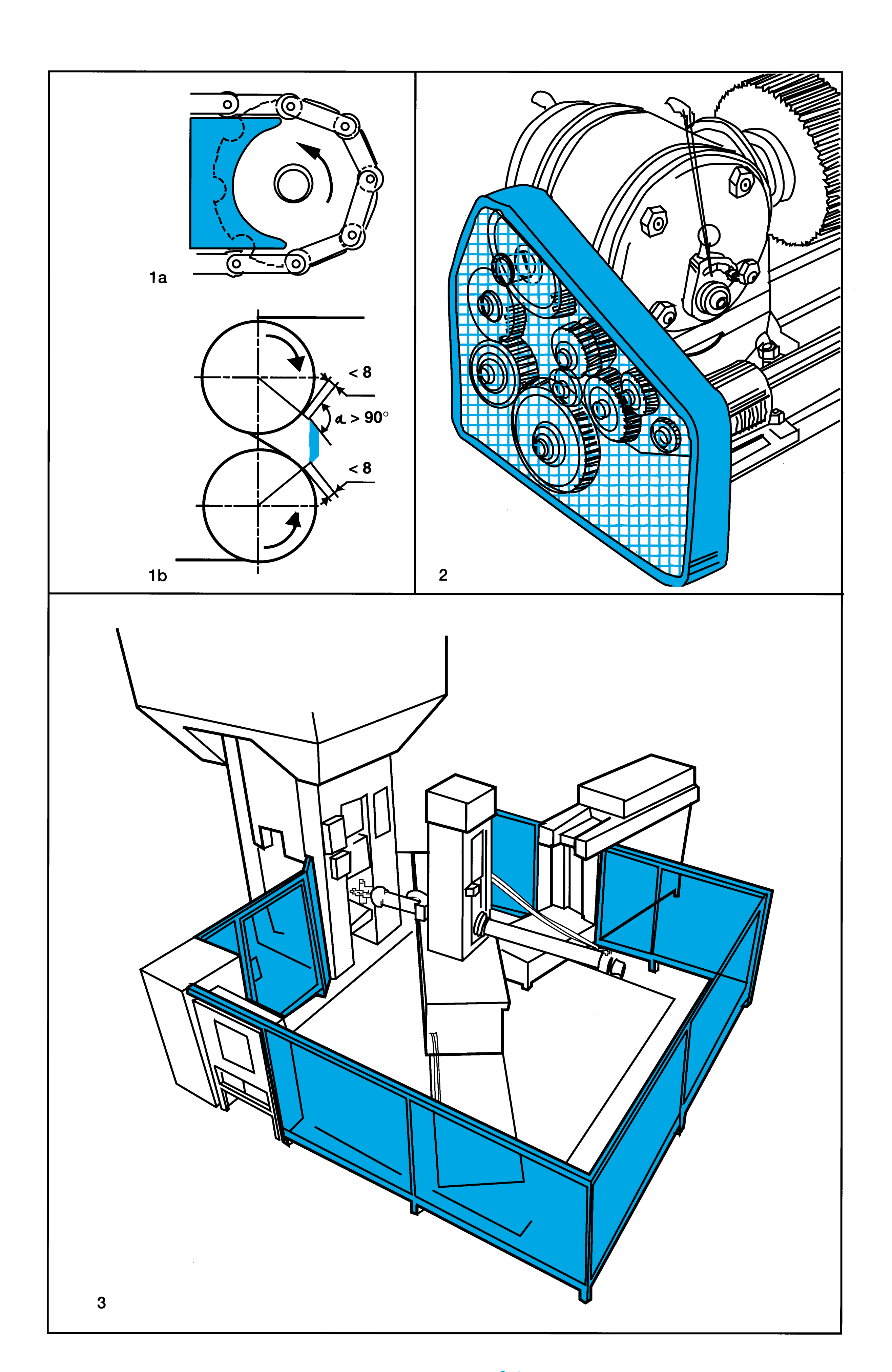
Ce risque peut se manifester non seulement avec des matériaux ou produits réputés inflammables, mais aussi avec des produits apparemment sans danger tels que la farine de céréales par exemple. Lorsque ce risque existe, différents moyens de prévention peuvent être mis en œuvre en fonction du produit et du type d'installation considéré.

Tout d'abord le principal facteur qui soit à l'origine du risque incendie-explosion est l'électricité ; il est donc important de bien respecter les règles fixées par le décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 (voir article R. 233-25) en ce qui concerne la protection contre les surintensités et d'employer, lorsque cela est nécessaire, des équipements électriques spécifiques pour utilisation en atmosphère explosible. Il faut également apporter une attention particulière aux risques générés par l'électricité statique.

Les autres mesures de prévention consistent :

- soit à évacuer les produits dangereux en les aspirant à la source,
- soit à confiner ces produits dans un espace clos où le risque d'élévation de température ou de production d'étincelles n'existe pas,
- soit à utiliser les techniques d'inertage qui consistent à modifier la composition de l'atmosphère dans laquelle se trouve le produit pour empêcher qu'il s'enflamme ou n'explose,
- soit à mettre en place des dispositifs de contrôle permettant de maintenir automatiquement l'atmosphère en dehors du domaine d'inflammabilité ou d'explosion.

Lorsque ces différents moyens ne peuvent être mis en œuvre ou ne s'avèrent pas suffisamment efficaces, on peut avoir recours à des dispositifs de secours automatiques par extincteur ou introduction massive d'un gaz inerte. A titre d'exemple sur un centre d'usinage de grandes dimensions travaillant des alliages métalliques inflammables (magnésium) une bonne solution consiste à évacuer régulièrement les copeaux pour éviter leur accumulation et à disposer, autour de la zone de travail, des systèmes d'extinction automatiques adaptés.


1a
< 8
α > 90°
< 8
1b
2
3

Annexe
Guide pour le choix des protecteurs et dispositifs de protection

Deux principaux types de moyens de protection peuvent être utilisés, soit seuls, soit en combinaison, ce sont les protecteurs matériels et les dispositifs sensibles.

1. Protecteurs matériels

D'une manière générale on utilise les protecteurs matériels de préférence aux dispositifs sensibles, parce qu'ils sont plus faciles à réaliser et à mettre en œuvre, leur coût est aussi moins élevé. Ces protecteurs peuvent être adaptés à des matériels en service par du personnel interne à l'entreprise sans qualification spécifique (service entretien).

Il existe trois types de protecteurs matériels : les protecteurs fixes, mobiles ou réglables.

1.1. Protecteurs fixes

Un protecteur est considéré comme fixe lorsqu'il est maintenu en place (fermé) :
- soit de manière permanente (par soudage, rivetage...),
- soit au moyen d'éléments de fixation (vis, écrou...) s'opposant à ce qu'il soit démonté sans outil. L'emploi d'une serrure fermant à clé équivaut à un élément de fixation.

Les protecteurs fixes peuvent se présenter selon trois formes :
- en protection locale au plus près du risque (fig. 1a et 1b)
- en isolation d'une zone de risque (fig. 2),
- en protection périmèrique globale ou par secteur (fig. 3).

1.2. Protecteurs mobiles ([1])

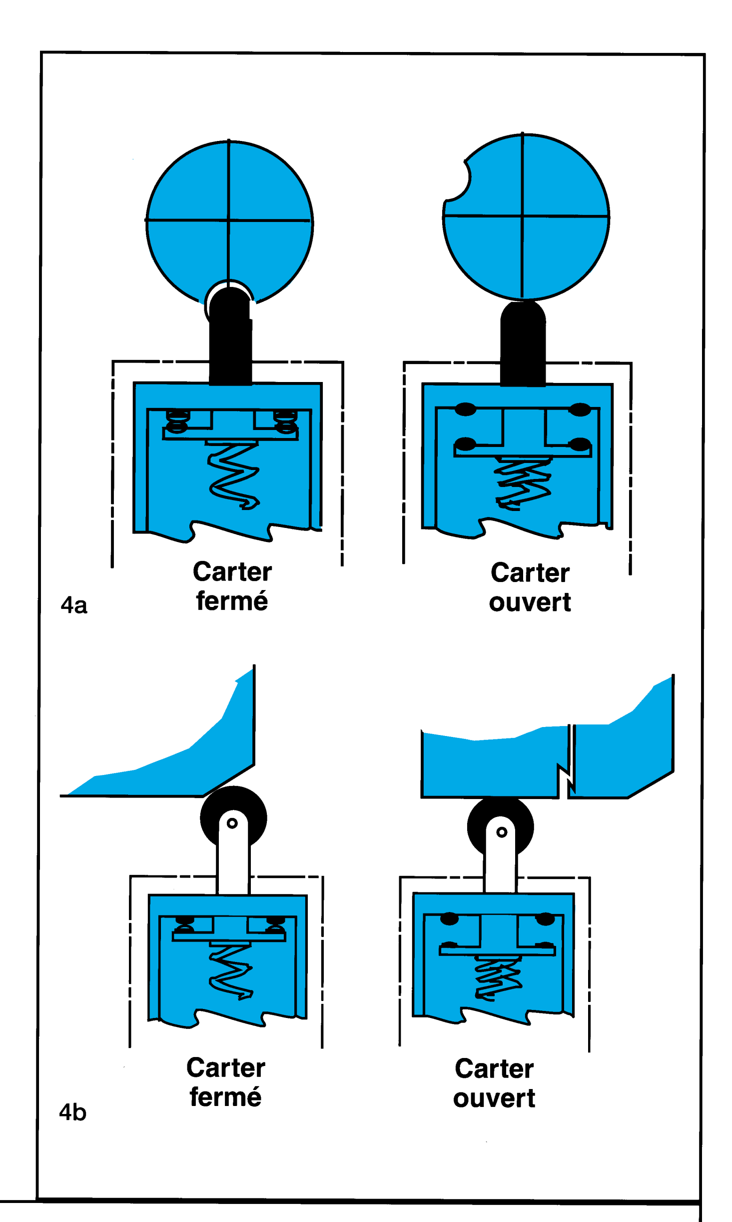
Un protecteur mobile est généralement lié au bâti de la machine ou à un élément fixe voisin par des charnières ou par des glissières, et peut être ouvert sans faire usage d'aucun outil.

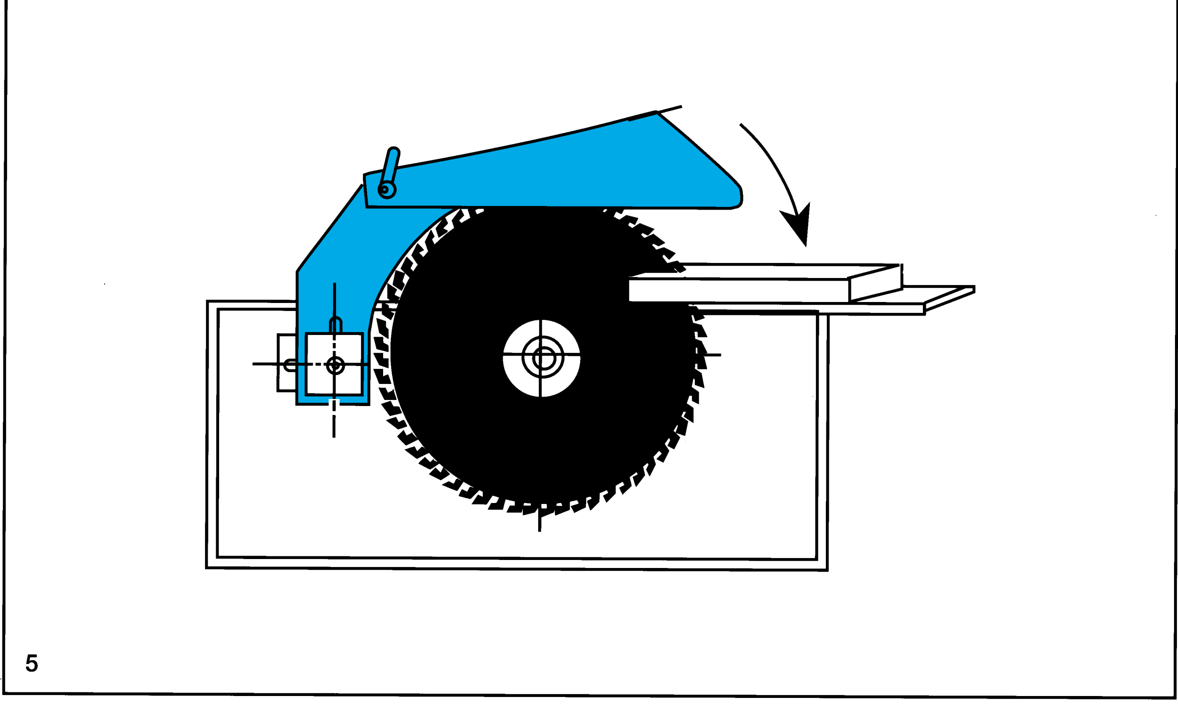
Fig. 1a et 1b
Ce type de protecteur placé au plus près du phénomène dangereux permet de supprimer de manière simple les risques liés aux « angles rentrants » des organes de transmission de mouvement ou de travail.

Fig. 2
La solution la plus couramment utilisée pour rendre inaccessible un ensemble d'éléments dangereux consiste à les encoffrer avec un protecteur fixe ou mobile. Ce protecteur peut comporter des parties transparentes ou grillagées permettant, si nécessaire, la visibilité à l'intérieur de la zone protégée ou sa ventilation.

Fig. 3
La protection périmétrique globale s'applique généralement lorsque plusieurs risques sont présents sur un même site et que les interventions humaines y sont peu fréquentes. Il est recommandé de se référer à la norme NF EN 294 pour définir la hauteur de cette protection. Les moyens d'accès permettant les opérations de réglage et de maintenance notamment sont généralement des portillons équipés d'un dispositif de verrouillage ou d'interverrouillage.

---
(1) Se référer à la fiche pratique de sécurité INRS ED 74 relative à la mise sur le marché de composants de sécurité.


Carter
fermé
4a
Carter
ouvert
Carter
fermé
4b
Carter
ouvert


5

Selon l'analyse des risques, un protecteur mobile doit être équipé soit d'un dispositif de verrouillage, soit d'un dispositif d'interverrouillage. L'objectif est d'empêcher qu'une personne puisse accéder, par ce protecteur, aux organes dangereux tant qu'ils présentent un risque. Un choix doit donc être fait entre ces deux dispositifs en fonction principalement de l'inertie des éléments dangereux mais aussi de la fréquence des accès à la zone couverte.

Un **dispositif de verrouillage**([1]) associé à un protecteur est un dispositif mécanique, électrique, ou d'une autre technologie, qui doit :

- empêcher que les fonctions dangereuses couvertes par le protecteur ne puissent s'accomplir tant que le protecteur n'est pas fermé,
- donner un ordre d'arrêt si l'on ouvre le protecteur pendant que les fonctions dangereuses de la machine s'accomplissent,
- ne pas provoquer à lui seul la mise en marche de la machine lors de la fermeture du protecteur.

Un **dispositif d'interverrouillage**([1]) associé à un protecteur est un dispositif qui, en plus de la fonction de verrouillage décrite ci-dessus, comporte un dispositif de blocage mécanique qui immobilise le protecteur en position fermée, tant que les fonctions dangereuses ne sont pas interrompues. Ce dispositif est donc principalement à utiliser en cas d'inertie importante des éléments dangereux. Il présente par ailleurs l'avantage d'éviter qu'une ouverture inopinée du protecteur puisse détériorer le produit ou la machine.

Dans la grande majorité des cas, s'agissant de machines en service, les protecteurs seront équipés d'un simple verrouillage électrique réalisé au moyen d'un interrupteur de position à action positive d'ouverture (fig. 4a, b).

Il est également possible d'utiliser des détecteurs de proximité ou des détecteurs magnétiques pour assurer ces fonctions mais, dans ce cas, des précautions doivent être prises pour s'affranchir des risques de défaillance ou de fraude (redondance par exemple).

1.3. Protecteurs réglables

Ce sont des protecteurs fixes ou mobiles qui peuvent être réglés dans leur ensemble ou qui comportent des parties réglables. Ils sont normalement destinés à limiter l'accès aux organes mobiles de travail ou aux outils, lorsque ceux-ci ne peuvent être rendus totalement inaccessibles ; leur réglage doit demeurer fixe pendant le travail (voir fig. 5).

2. Dispositifs sensibles ([1])

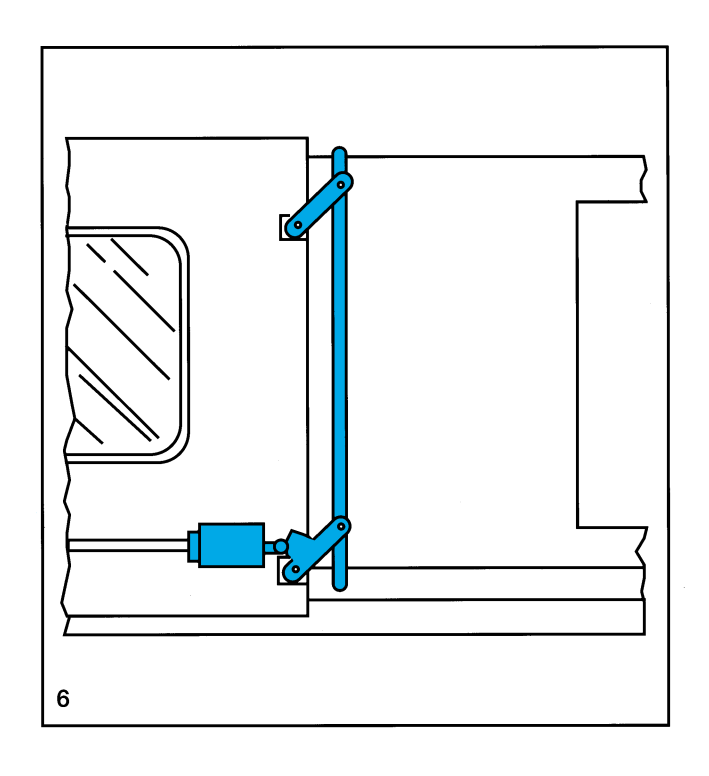
Ce sont des dispositifs qui permettent d'assurer la sécurité des personnes en provoquant l'arrêt des éléments dangereux d'une machine ou l'interruption d'un phénomène dangereux soit par le franchissement d'une limite de « sécurité », soit par une action, volontaire ou non, sur un organe sensible.

Fig. 4a et 4b
Principes de montage d'un interrupteur de position à action positive d'ouverture :
a) pour un protecteur ou un dispositif d'arrêt pivotants (barre sensible) ;
b) pour un protecteur coulissant.

Fig. 5
Un protecteur réglable permet de ne laisser accessible que la partie active de l'outil. Son réglage doit être facile et ne pas créer de risques pour l'opérateur. Dans cet exemple, le couteau diviseur placé à l'arrière de la lame assure également la fonction de protecteur fixe.

---

(1) Se référer à la fiche pratique de sécurité INRS ED 74 relative à la mise sur le marché de composants de sécurité.


6

7

Fig. 6
La barre sensible est un dispositif de sécurité qui peut être utilisé dans de nombreux cas et en particulier :
- pour éviter un risque d'écrasement par un élément mobile. Il est alors fixé sur cet élément ;
- pour actionner un dispositif d'arrêt d'urgence de manière volontaire ou involontaire lorsque d'autres moyens de protection ne peuvent être utilisés (cas des machines à cyclindres par exemple). Ce dispositif est généralement constitué d'une barre articulée agissant sur un ou deux détecteurs de position.

Fig. 7
Le montage d'un câble d'arrêt (arrêt d'urgence tel qu'il est présenté ici), garanti un fonctionnement sûr du dispositif quelle que soit la direction dans laquelle est exercée l'action sur le câble. En outre ce montage permet de détecter la rupture ou la détente du câble.

Fig. 8
Une bordure sensible s'utilise, comme une barre sensible, pour éviter un risque d'écrasement ou pour obtenir, volontairement ou non, l'arrêt d'éléments dangereux. Ce dispositif présente l'avantage d'être constitué d'un matériau souple favorable à la réduction du risque d'écrasement. En revanche, il y a lieu de s'assurer qu'il est à « sécurité positive », c'est-à-dire que ses défaillances ne nuisent pas à la sécurité.

Fig. 9
Les tapis sensibles sont principalement utilisés pour détecter la présence d'une personne dans une zone dangereuse, soit pendant les opérations de chargement/déchargement d'une machine, soit lors des interventions de réglage.

Lorsqu'on utilise un tel dispositif pour assurer une fonction de sécurité, il est nécessaire qu'il soit disposé à une distance suffisante de la zone dangereuse pour tenir compte de l'inertie des organes mobiles dangereux et de la vitesse d'approche de la personne exposée. Des normes permettent de définir théoriquement cette distance ; il est conseillé de s'en inspirer, mais, s'agissant de machines en service, il n'est pas toujours possible de les respecter totalement.

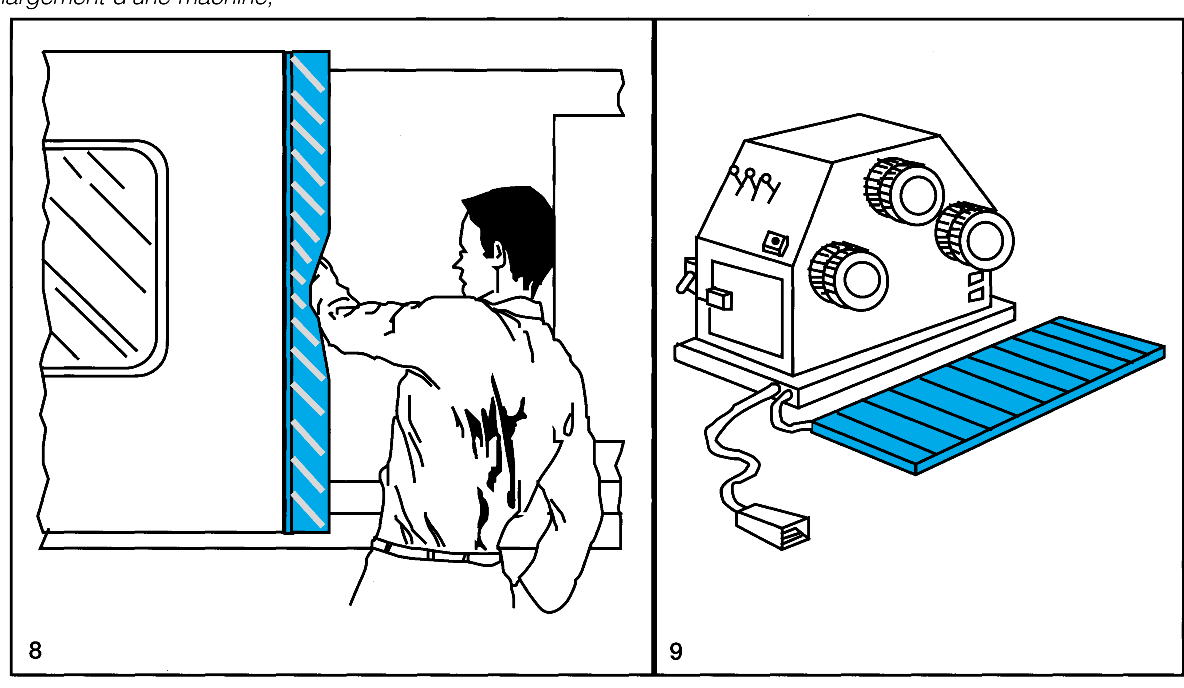
Il existe deux types de dispositifs sensibles, suivant qu'ils sont à détection mécanique ou non.

2.1. Dispositifs à détection mécanique

Ces dispositifs peuvent se présenter sous des formes très diverses. Ils sont généralement constitués d'un élément actionneur (plaque, barre, câble...) agissant sur un ou plusieurs détecteurs de position. Ces détecteurs sont reliés soit au circuit d'arrêt normal de la machine, soit au circuit d'arrêt d'urgence (fig. 6 et 7).

L'avantage principal de ces dispositifs est leur simplicité tant au niveau de la réalisation que de la maintenance. Leur mise en place pourra donc le plus souvent être confiée au personnel d'entretien de l'entreprise.

Dans cette catégorie se trouvent également les tapis, planchers et bordures sensibles électriques ou pneumatiques, dont l'emploi doit faire l'objet de certaines précautions (fragilité aux agressions mécaniques notamment) (fig. 8 et 9).



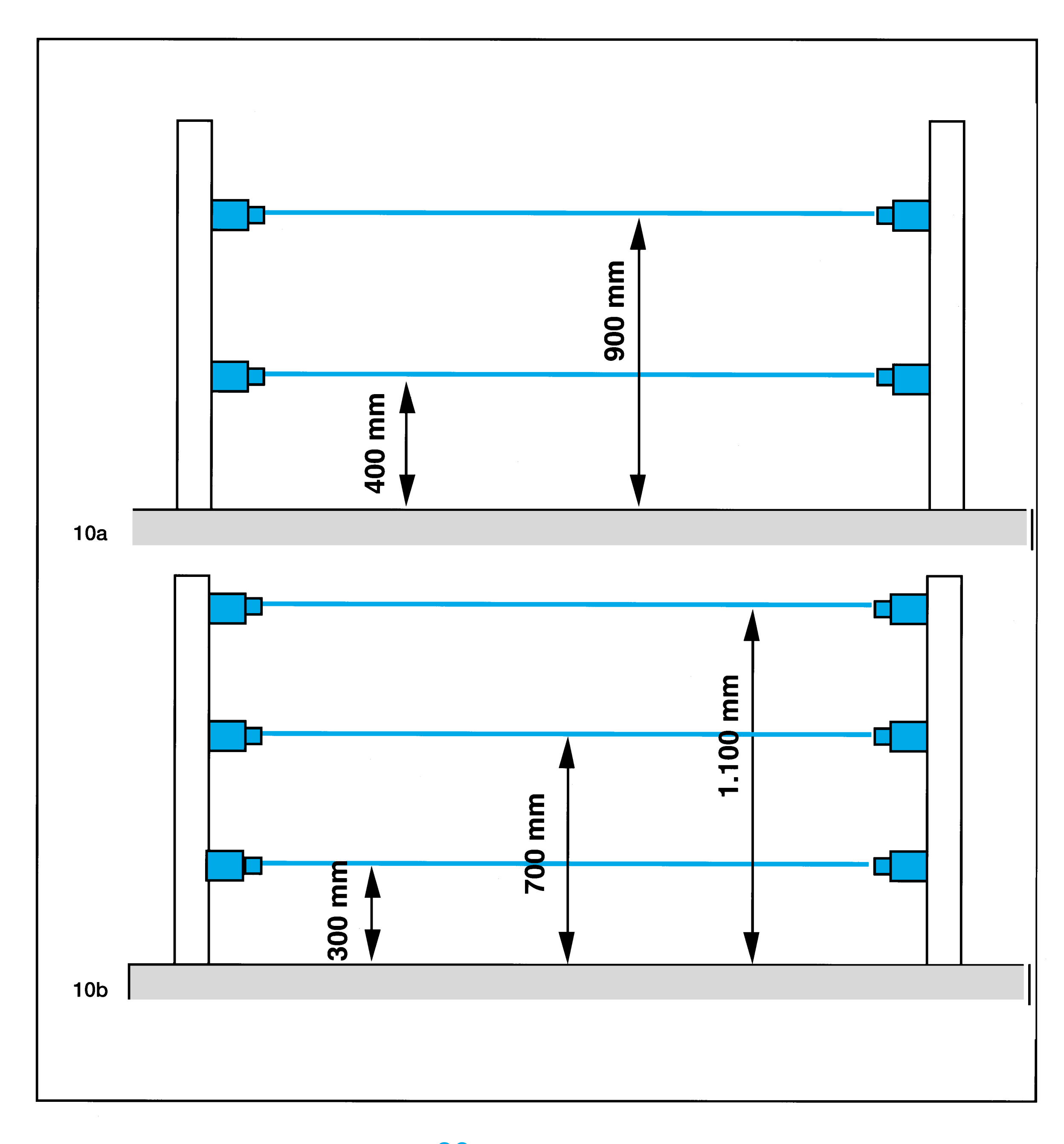

900 mm
400 mm
10a
1.100 mm
700 mm
300 mm
10b

Fig. 10
Disposition recommandée pour le montage de deux ou trois cellules photoélectriques afin d'assurer le contrôle d'accès à une zone dangereuse.

Fig. 11
Exemple d'utilisation d'un barrage immatériel pour contrôler l'accès à la zone de travail d'une machine. Ce dispositif permet d'assurer la sécurité de l'opérateur avec un minimum de contraintes et sans augmenter les temps de chargement/déchargement de la machine. Ce dispositif doit être complété par des protecteurs fixes ou mobiles lorsqu'il y a d'autres possibilités d'accès à la zone dangereuse.

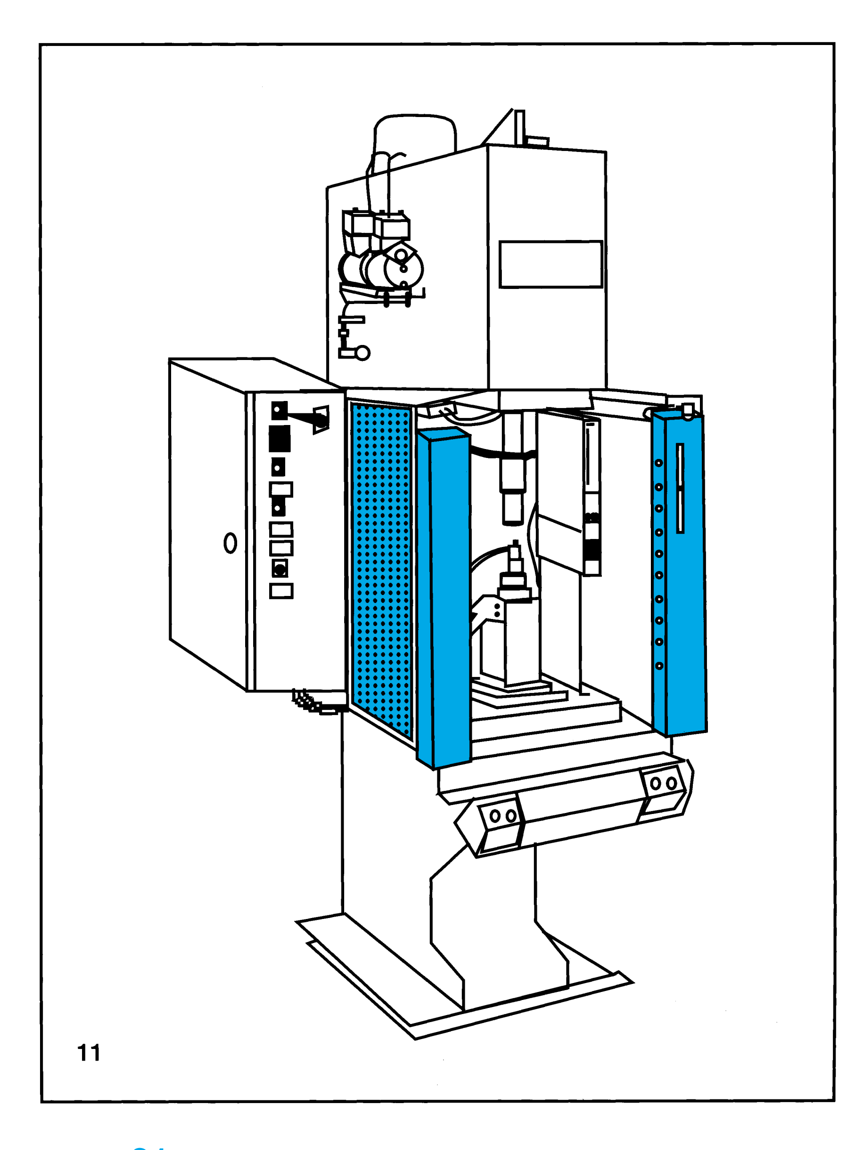
2.2. Dispositifs à détection non mécanique

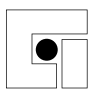
Plusieurs types de dispositifs sensibles appartiennent à cette catégorie parmi lesquels les plus couramment utilisés sont les cellules photoélectriques et les barrages immatériels (rideaux lumineux) (fig. 10 et 11).

Ces dispositifs peuvent être utilisés pour détecter :

- soit le franchissement d'une limite,
- soit la présence d'une personne dans une zone,
- soit de manière sélective le passage du produit travaillé et celui d'une personne.

L'utilisation de ces moyens de détection, surtout lorsqu'il s'agit de barrages immatériels destinés à protéger contre des risques importants, doit faire l'objet de précautions particulières non seulement pour l'installation du dispositif mais surtout pour son raccordement au système de commande de la machine.





COMPOGRAVURE
IMPRESSION, BROCHAGE
IMPRIMERIE CHIRAT
42540 ST-JUST-LA-PENDUE
NOVEMBRE 2003
DÉPÔT LÉGAL 2003 N° 9531

IMPRIMÉ EN FRANCE

Pour commander les films (en prêt), les brochures et les affiches de l'INRS,
adressez-vous au service prévention de votre CRAM ou CGSS.

Services prévention des CRAM

ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)
14 rue Adolphe-Seyboth
BP 392
67010 Strasbourg cedex
tél. 03 88 14 33 00
fax 03 88 23 54 13

(57 Moselle)
3 place du Roi-George
BP 31062
57036 Metz cedex 1
tél. 03 87 66 86 22
fax 03 87 55 98 65

(68 Haut-Rhin)
11 avenue De-Lattre-de-Tassigny
BP 488
68020 Colmar cedex
tél. 03 89 21 62 20
fax 03 89 21 62 21

AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,
64 Pyrénées-Atlantiques)
80 avenue de la Jallère
33053 Bordeaux cedex
tél. 05 56 11 64 00
fax 05 56 39 55 93

AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal, 43 Haute-Loire,
63 Puy-de-Dôme)
48-50 boulevard Lafayette
63058 Clermont-Ferrand cedex 1
tél. 04 73 42 70 22
fax 04 73 42 70 15

BOURGOGNE et FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs, 39 Jura,
58 Nièvre, 70 Haute-Saône,
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,
90 Territoire de Belfort)
ZAE Cap-Nord
38 rue de Cracovie
21044 Dijon cedex
tél. 03 80 70 51 22
fax 03 80 70 51 73

BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)
236 rue de Châteaugiron
35030 Rennes cedex
tél. 02 99 26 74 63
fax 02 99 26 70 48

CENTRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)
36 rue Xaintrailles
45033 Orléans cedex 1
tél. 02 38 79 70 00
fax 02 38 79 70 30

CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)
4 rue de la Reynie
87048 Limoges cedex
tél. 05 55 45 39 04
fax 05 55 79 00 64

ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,
78 Yvelines, 91 Essonne,
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)
17-19 place de l'Argonne
75019 Paris
tél. 01 40 05 32 64
fax 01 40 05 38 84

LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)
29 cours Gambetta
34068 Montpellier cedex 2
tél. 04 67 12 95 55
fax 04 67 12 95 56

MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)
2 rue Georges-Vivent
31065 Toulouse cedex 9
tél. 05 62 14 29 30
fax 05 62 14 26 92

NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,
55 Meuse, 88 Vosges)
81 à 85 rue de Metz
54073 Nancy cedex
tél. 03 83 34 49 02
fax 03 83 34 48 70

NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)
11 allée Vauban
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex
tél. 03 20 05 60 28
fax 03 20 05 63 40

NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,
61 Orne, 76 Seine-Maritime)
Avenue du Grand-Cours, 2022 X
76028 Rouen cedex
tél. 02 35 03 58 21
fax 02 35 03 58 29

PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)
2 place de Bretagne
BP 93405, 44034 Nantes cedex 1
tél. 02 51 72 84 00
fax 02 51 82 31 62

RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme,
38 Isère, 42 Loire, 69 Rhône,
73 Savoie, 74 Haute-Savoie)
26 rue d'Aubigny
69436 Lyon cedex 3
tél. 04 72 91 96 96
fax 04 72 91 97 09

SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse Sud,
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)
35 rue George
13386 Marseille cedex 5
tél. 04 91 85 85 36
fax 04 91 85 75 66

Services prévention des CGSS

GUADELOUPE

Immeuble CGRR
Rue Paul-Lacavé
97110 Pointe-à-Pitre
tél. 05 90 21 46 00
fax 05 90 21 46 13

GUYANE

Espace Turenne Radamonthe
Route de Raban, BP 7015
97307 Cayenne cedex
tél. 05 94 29 83 04
fax 05 94 29 83 01

LA RÉUNION

4 boulevard Doret
97405 Saint-Denis cedex
tél. 02 62 90 47 00
fax 02 62 90 47 01

MARTINIQUE

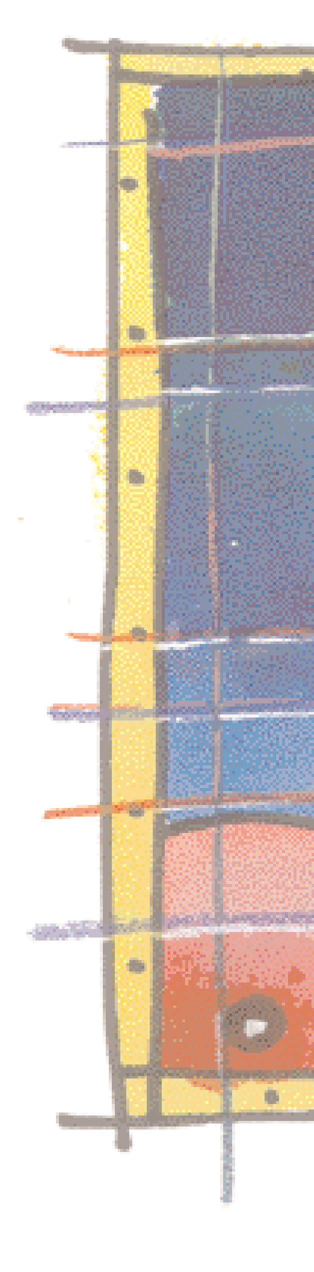
Quartier Place-d'Armes
97210 Le Lamentin cedex 2
tél. 05 96 66 51 31
05 96 66 51 33
fax 05 96 51 81 54

Imp. Chirat - 42540 St-Just-la-Pendue - N° 9531

Les équipements de travail mis en service à l'état neuf avant 1993 doivent être conformes aux prescriptions techniques fixées par les articles R. 233-15 à R. 233-30 du code du travail.

Ce document commente les articles et indique l'esprit dans lequel ils s'appliquent.
Il est principalement destiné aux entreprises, mais aussi aux agents des services prévention et à ceux des différents organismes qui s'impliquent dans la vérification de la conformité des équipements.
Parmi ces équipements, ne sont pas pris en compte les machines mobiles et les appareils de levage visés par le décret n° 98-1084 du 2 décembre 1998.

Cette brochure ne doit en aucun cas être utilisée pour la conformité aux règles techniques de conception de machines soumises à marquage CE.





Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00
Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr

Édition INRS ED 770

3e édition • novembre 2003 • 10 000 ex. • ISBN 2-7389-0325-8